

CLIPPEDIMAGE= JP409182331A

PAT-NO: JP409182331A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09182331 A

TITLE: ROTOR FOR PERMANENT MAGNET TYPE SYNCHRONOUS ELECTRIC ROTATING MACHINE

PUBN-DATE: July 11, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KOGA, MITSUHIRO

TSUTSUI, YUKIO

IWABUCHI, KENSHO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

YASKAWA ELECTRIC CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07349596

APPL-DATE: December 20, 1995

INT-CL (IPC): H02K001/27;H02K001/06

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the rotor for permanent magnet type synchronous electric rotating machine in which the reluctance torque can be utilized by suppressing the saturation of q-axis flux (quadrature-axis flux).

SOLUTION: The permanent magnet type synchronous electric rotating machine is provided with a plurality of rectangular permanent magnet insertion holes 3 arranged symmetrically to polar pitch lines PL, arranged radially at a predetermined polar pitch angle, on the outside diameter side of a rotor core 1, and flux leakage prevention holes 5 made between the permanent magnet

insertion holes 3 wherein permanent magnets 4 are inserted into the permanent magnet insertion holes 3. At an outer core part 11 formed between the upper surface of permanent magnet insertion hole 3 and the outside diameter of rotor core 1, flux of the permanent magnet 4 is distributed while being shifted in same circumferential direction from the polar pitch line PL. In order to distribute the flux of permanent magnet 4 while being shifted, width B_m of permanent magnet 4 is set shorter than the width B_h of insertion hole 3 and the end face of permanent magnet 4 is abutted against the end face of permanent magnet insertion hole 3 in same circumferential direction.

COPYRIGHT: (C)1997, JPO

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-98730

(43) 公開日 平成11年(1999)4月9日

(51) Int.Cl.⁶

H 02 K 1/27

識別記号

5 0 1

F I

H 02 K 1/27

5 0 1 A

5 0 1 K

5 0 1 M

1/02

15/03

1/02

15/03

Z

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 FD (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-275056

(22) 出願日

平成9年(1997)9月22日

(71) 出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72) 発明者 成田 勲治

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式
会社富士通ゼネラル内

(72) 発明者 鈴木 孝史

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式
会社富士通ゼネラル内

(72) 発明者 奥寺 浩之

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式
会社富士通ゼネラル内

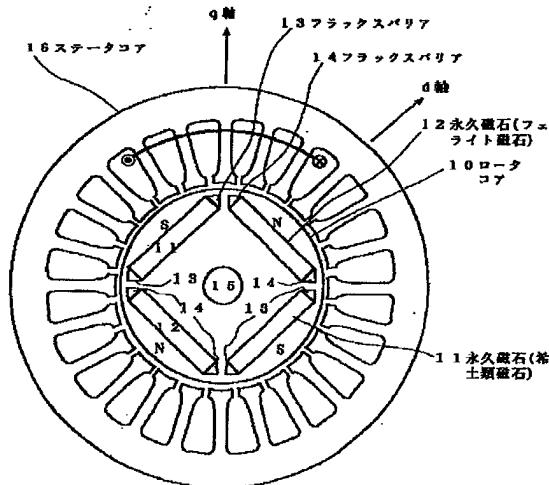
(74) 代理人 弁理士 大原 拓也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石電動機

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石電動機において、磁束密度およびコストの選択幅を広げ、適応的モータを得るようにする。
【解決手段】 インナーロータ型の永久磁石電動機において、極数に合わせて毎極あたり単数の永久磁石11, 12を埋設して前記ロータコア10とする際、同一極性の磁極には同じ材料(希土類磁石)の永久磁石11を埋設し、かつ異極性の磁極には異なる材料(フェライト磁石)の永久磁石12を毎極あたり単数埋設する。永久磁石11, 12は断面長方形で、コアの円周に沿ってS極として配置し、永久磁石11, 12の両端部には孔(フラックスバリア)13, 14を形成する。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータコアを内部に有する永久磁石電動機において、前記ロータコアに収納する永久磁石を異極性同士で異なる種類の材料を用いるようにしたことを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項2】 ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心(ロータコア)を配置してなる永久磁石電動機において、前記永久磁石電動機の極数に合わせて毎極あたり単数の永久磁石を埋設して前記ロータコアとする際、同一極性の磁極には同じ材料の永久磁石を埋設し、かつ異極性の磁極には異なる材料の永久磁石を毎極あたり単数埋設してなることを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項3】 前記磁極を構成する永久磁石を毎極あたり複数とした請求項2記載の永久磁石電動機。

【請求項4】 前記ロータコアを電磁鋼板を打ち抜いて金型内で自動積層して得る際、少なくとも前記永久磁石の形状孔を同時に形成して前記永久磁石を埋設、着磁してなる請求項2記載の永久磁石電動機。

【請求項5】 前記磁極のうち一方の磁極の永久磁石には希土類磁石を用い、他方の磁極の永久磁石にはフェライト磁石を用いてなる請求項1, 2, 3または4記載の永久磁石電動機。

【請求項6】 前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとした請求項1, 2, 3, 4または5記載の永久磁石電動機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はコンプレッサ等に用いるインナーロータ型の永久磁石電動機に係り、特に詳しく述べて適応的モータを得ることができるロータコア構成の永久磁石電動機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の永久磁石電動機のインナーロータの構成はロータコアに永久磁石を埋設しており、例えば図6に示すものが提案されている。図6において、24スロットのステータコア1内のロータコア2には、当該永久磁石電動機の極数(例えば4極)分だけ板状の永久磁石3が外径に沿って円周方向に配置され、かつそれら隣接する永久磁石3の間に磁束の短絡、漏洩を防止するためのラックスバリア4が形成されている。なお、ラクスバリア4は中心孔(シャフト用の孔)である。

【0003】ここで、永久磁石3による空隙部(ステータコア1の歯と永久磁石3との間)の磁束分布が正弦波状になっているものとすると、永久磁石電動機のトルクTは $T = P n \{ \Phi a \cdot I a \cdot \cos \beta - 0.5 (L_d - L_q) \cdot I^2 \cdot \sin 2\beta \}$ で表される。なお、Tは出力トルク、 Φa はd、 q 座標軸上の永久磁石による電機子鎖交磁束、 L_d 、 L_q はd、 q 軸インダクタンス、 I_a はd、 q 座標軸上の電機子電流の振幅、 β はd、 q 座標軸上の電機子電流の q 軸からの進み角、 $P n$ は極対数

である。

【0004】前記式において、第1項は永久磁石3によるマグネットトルクであり、第2の2項はd軸インダクタンスと q 軸インダクタンスとの差によって生じるリラクタンストルクである。詳しくは、T. IEE Japan, Vol. 117-D, No 7, 1997の論文を参照されたい。

【0005】ところで、永久磁石3の代表的なものとしては、安価なフェライト磁石や高価な希土類磁石がある。フェライト磁石を用いた場合、成形の容易性により種々形状の永久磁石を得ることが可能であるが、磁束密度が小さいため、ロータコアの小型化が難しい。これに對して、希土類磁石を用いた場合、磁束密度が大きいため、ロータコアの小型化が容易であるが、成形の困難性により永久磁石の形状が限られる。したがって、モータの用途やコストを考慮して、フェライト磁石あるいは希土類磁石の何れか一方を選択していた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記永久磁石電動機においては、図6に示すように、4極を構成する永久磁石の形状、構造が全く同じであるため、磁束密度、リラクタンストルクおよびコストの選択幅を狭くしている。

【0007】例えば、全ての磁極を同じ希土類磁石で構成した場合、磁束密度は高いが、コストも高くなってしまう。また、全ての磁極を同じフェライト磁石で構成した場合、コストは低いが、磁束密度も低く、モータトルクが十分に得られない。したがって、それらの中間的なものを得ること、つまり所望の磁束密度およびコストを選択することが難しく、換言すれば選択幅が狭く、適応的モータを得ることが難しい。

【0008】この発明は前記課題に鑑みなされたものであり、その目的は磁束密度およびコストの選択幅を広げることができ、適応的モータを得ることができるようになされた永久磁石電動機を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、この発明はロータコアを内部に有する永久磁石電動機において、前記ロータコアに収納する永久磁石を異極性同士で異なる種類の材料を用いるようにしたことを特徴としている。

【0010】この発明は、ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心(ロータコア)を配置してなる永久磁石電動機において、前記永久磁石電動機の極数に合わせて毎極あたり単数の永久磁石を埋設して前記ロータコアとする際、同一極性の磁極には同じ材料の永久磁石を埋設し、かつ異極性の磁極には異なる材料の永久磁石を毎極あたり単数埋設してなることを特徴としている。

【0011】この場合、前記磁極を構成する永久磁石を毎極あたり複数にするとよい。また、前記ロータコアを

50

電磁鋼板を打ち抜いて金型内で自動積層して得る際、少なくとも前記永久磁石の形状孔を同時に形成して前記永久磁石を埋設、着磁するとい。さらに、前記磁極のうち一方の磁極の永久磁石には希土類磁石を用い、他方の磁極の永久磁石にはフェライト磁石を用いるとい。さらにもう一方、前記コアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータにするとよい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図1ないし図5を参照して詳しく説明する。この発明の永久磁石電動機は、同一極性の磁極に同じ材料の磁石を用いる一方、異極同士の永久磁石の材料を異なるようすれば、磁束密度が微妙に異なり、かつコストも異なり、つまり磁束密度およびコストの選択幅の拡大が可能であり、しかもモータの回転に支障を来さないことに着目したものである。

【0013】そのために、図1に示すように、この永久磁石電動機のロータコア10は、一方の磁極（例えばS極）を希土類磁石の永久磁石11で構成し、このS極に対して他方のN極となる磁極をフェライト磁石の永久磁石12で構成し、つまり異極性同士の永久磁石の材料が異なる。なお、図6と同様に、永久磁石11、12は断面長方形（板状）の同一形状で、かつ外径に沿って円周方向に配置している。また、永久磁石11、12の両端部には磁束の短絡、漏洩を防止するためのフラックスバリア用の孔13、14が形成されている。

【0014】したがって、図1に示すロータコア10による磁束密度は、図6の永久磁石3を全て希土類磁石で構成したロータと同図の永久磁石3を全てフェライト磁石で構成したロータとの中間的なものとなる。すなわち、希土類磁石の磁束密度は高いが、フェライト磁石の磁束密度はそれより低いからである。また、そのコストについても同様のことが言え、つまり半分が高価な希土類磁石であり、残り半分が安価なフェライト磁石であることから、ロータコア10のコストがそれらの中間的なものとなる。

【0015】このように、中間的な磁束密度のロータコア10を容易に得ることができ、またコスト的にも、全て希土類磁石とした場合より安価に済ませることができ、つまり磁束密度およびコストの選択幅が広げることができ、ひいては適応的モータを得ることが可能となる。なお、永久磁石11、12は希土類磁石およびフェライト磁石を材料としているが、他の磁石材料であっても適用可能であることは明かである。また、前述した実施例ではS極に希土類磁石を用い、N極にフェライト磁石を用いているが、その逆であってもよい。

【0016】図2に示すように、ロータコア10にあっては、電磁鋼板をプレスで打ち抜いて金型内で自動積層して得る一方、永久磁石11、12を埋設して着磁する。この場合、永久磁石11、12およびフラックスバ

リア用の孔13、14は一体的、つまり連結した孔にするとよい。そのプレスの際に、前記永久磁石11、12の形状孔、フラックスバリア用の孔13、14および中心孔（シャフト用の孔）15を同時に打ち抜けばよいことから、製造能率を落とすことなく、つまりコスト的には従来と変わらず、コストアップにならざり済む。各永久磁石11、12の外径側端部およびフラックスバリア用の孔13、14の箇所については、遠心力に耐えられるように、十分な強度をもたせる。また、ステータコア16は従来例に示した図6に示したステータコア1と同様でよいことから、その説明を省略する。

【0017】さらに、前述により形成されるロータコア10を組み込んでDCブラシレスモータとし、空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストをアップすることなく、空気調和機の性能アップ（運転効率の上昇、振動や騒音の低下）が図れる。

【0018】ところで、q軸インダクタンスとd軸インダクタンスとの差（リラクタンストルクのパラメータ）を大きくするには、例えば図3ないし図4に示すように、永久磁石を形成するとよい。したがって、この発明をそれら構成のコアに適用すれば、リラクタンストルクを所望に選択することができるとともに、磁束密度およびコストの選択幅を広げることができ、ひいては適応的モータを得ることができるとなる。

【0019】図3に示すロータコア10は、一方の磁極（例えばS極）として断面長方形の同一形状（板状）の永久磁石16a、16bをコアの内径に磁極間の中心線に沿って所定角度で配置し、つまり逆ハの字形に配置し、かつ永久磁石16a、16bを希土類磁石で構成している。そのS極に対するN極とする永久磁石17a、17bを永久磁石16a、16bと同じ形状にして磁極間の中心線に沿って所定角度で配置し（S極と同じ構成とし）、かつそれら永久磁石17a、17bを希土類磁石で構成している。これにより、磁束密度は図1の場合と微妙に異なり、またq軸インダクタンスは図6の場合より大きくなることができ、つまりリラクタンストルクが大きくなる。

【0020】図4に示すロータコア10は、一方の磁極（例えばS極）として断面長方形の同一形状（板状）の永久磁石18a、18bを各磁極間の中心線に沿ってそれぞれ配置し、かつこの永久磁石18a、18bをフェライト磁石で構成している。そのS極に対するN極とする永久磁石19a、19bを永久磁石18a、18bと同じ形状にして各磁極間の中心線に沿ってそれぞれ配置し（S極と同じ構成とし）、かつ永久磁石19a、19bをフェライト磁石で構成している。これにより、磁束密度は前述した実施例の場合と微妙に異なり、また、図6の場合よりq軸インダクタンスは大きく、d軸インダクタンスは小さくなり、つまりリラクタンストルクがより大きくなる。

【0021】図5に示すロータコア10は、一方の磁極（例えばS極）として断面長方形（板状）の永久磁石20をコア内径に沿って円周方向に配置し、かつ永久磁石20を希土類磁石で構成している。そのS極に対するN極として、同様に断面長方形の永久磁石21を断面長方形の永久磁石21をコア内径に沿って円周方向に配置し、かつこの永久磁石20をフェライト磁石で構成している。なお、永久磁石20, 21の両端部にはコア外径側に伸びたラックスバリア用の孔22, 23が形成されている。これにより、磁束密度は前述した実施例の場合と微妙に異なり、また、図6の場合よりq軸インダクタンスは大きく、d軸インダクタンスは小さくなり、つまりリラクタンストルクがより大きくなる。

【0022】このように、図3ないし図5に示したロータコア10にあっては、各ロータコアの永久磁石を全て同一材料で構成した場合と比較すると、磁束密度およびコストが中間的なものとなることが明かである。つまり、磁束密度およびコストの選択幅が広げることができ、ひいては適応的モータを得ることが可能となり、図1および図2を参照して説明した実施例と同じ効果を有する。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、この永久磁石電動機の請求項1記載の発明によると、ロータコアを内部に有する永久磁石電動機において、このロータコアに収納する永久磁石を異極性同士で異なる種類の材料を用いるようにしたので、磁束密度およびコスト等の選択幅を広げることができ、適応的モータを得ることができるという効果がある。

【0024】請求項2記載の発明によると、ステータコア内に磁石埋込型界磁鉄心（ロータコア）を配置してなる永久磁石電動機において、極数に合わせて毎極あたり単数の永久磁石を埋設して前記ロータコアとする際、同一極性の磁極には同じ材料の永久磁石を埋設し、かつ異極性の磁極には異なる材料の永久磁石を毎極あたり単数埋設してなるので、例えば全ての磁極の永久磁石を希土類磁石で構成した場合と全ての磁極の永久磁石をフェライト磁石で構成した場合との中間的な磁束密度を得ることができ、つまり磁束密度の選択幅を広げることができ、また半分が高価な希土類磁石で、残り半分が安価なフェライト磁石であることから、ロータコアのコストは中間的なものとなり、つまりコストの選択幅を広げることができるという効果がある。

【0025】請求項3記載の発明によると、請求項2において磁極を構成する永久磁石を毎極あたり複数とした

ので、請求項2の効果に加え、磁束密度を微妙に変えることができ、より適応的モータを得ることができるという効果がある。

【0026】請求項4の発明によると、請求項2においてロータコアを電磁鋼板を打ち抜いて金型内で自動積層して得る際、少なくとも永久磁石の形状孔を同時に形成して永久磁石を埋設、着磁してなるので、請求項2の効果に加え、ロータコアの製造にあたっては製造能率を落とすことなく、つまりコスト的には従来と変わらず、コストアップにならずに済むという効果がある。

【0027】請求項5記載の発明によると、請求項1, 2, 3または4において磁極のうち一方の磁極の永久磁石には希土類磁石を用い、他方の磁極の永久磁石にはフェライト磁石を用いてなるので、請求項1, 2, 3または4の効果の加え、容易に入手し易いという利点がある。

【0028】請求項6記載の発明によると、請求項1, 2, 3, 4または5におけるコアをロータコアとして組み込んでDCブラシレスモータとしたのでこのDCブラシレスモータを空気調和機の圧縮機モータ等として利用すれば、コストアップなしに、空気調和機の性能アップ（運転効率の上昇、振動や騒音の低下）が図れるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施の一形態を示す永久磁石電動機の概略的平面図。

【図2】図1に示す永久磁石電動機のロータの概略的縦断面図。

【図3】図1に示す永久磁石電動機のロータの概略的平面図。

【図4】図1に示す永久磁石電動機のロータの概略的平面図。

【図5】図1に示す永久磁石電動機のロータの概略的平面図。

【図6】従来の永久磁石電動機の概略的平面図。

【符号の説明】

10 ロータコア（磁石埋込型界磁鉄心）

11, 16a, 16b, 18a, 18b, 20 永久磁石（希土類磁石）

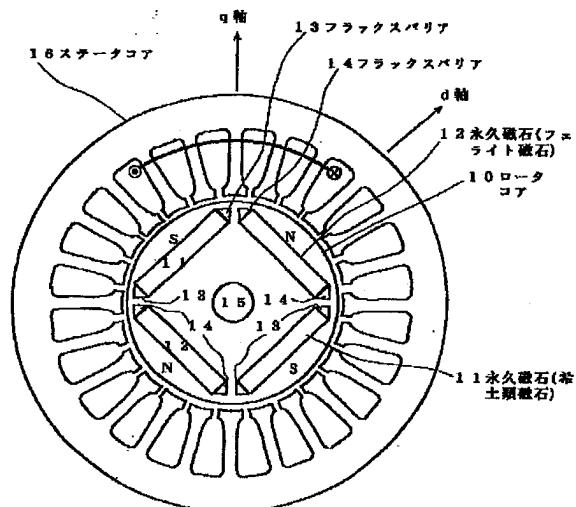
40 12, 17a, 17b, 19a, 19b, 21 永久磁石（フェライト磁石）

13, 14, 22, 23 孔（ラックスバリア用）

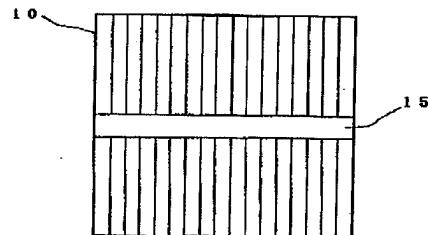
15 中心孔（シャフト用）

16 ステータコア

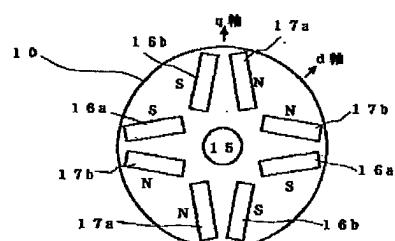
【図1】



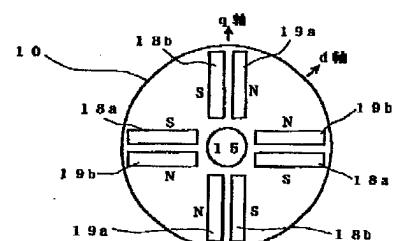
【図2】



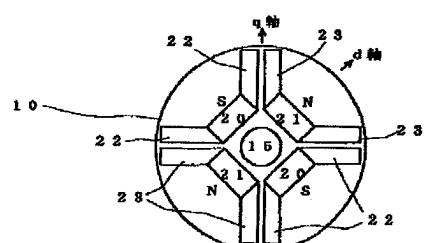
【図3】



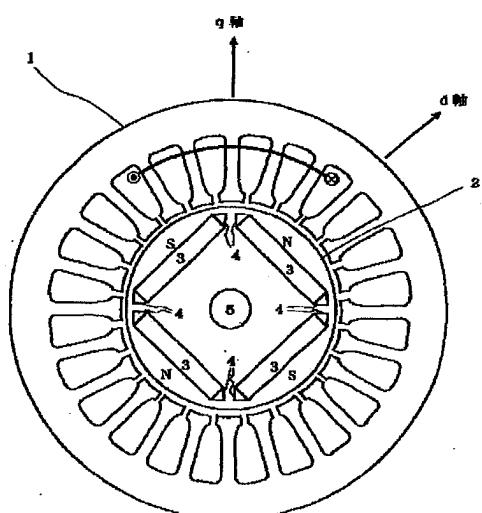
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶ 識別記号
H02K 21/14
29/00

F I
H02K 21/14
29/00 M
Z

(72) 発明者 河合 裕司
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式
会社富士通ゼネラル内
(72) 発明者 相馬 裕治
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式
会社富士通ゼネラル内

(72) 発明者 河西 宏治
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式
会社富士通ゼネラル内
(72) 発明者 福田 好史
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式
会社富士通ゼネラル内

CLIPPEDIMAGE= JP411098730A

PAT-NO: JP411098730A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11098730 A

TITLE: PERMANENT MAGNET MOTOR

PUBN-DATE: April 9, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NARITA, KENJI
SUZUKI, TAKASHI
OKUDERA, HIROYUKI
KAWAI, YUJI
SOMA, YUJI
KASAI, KOJI
FUKUDA, YOSHIFUMI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJITSU GENERAL LTD	N/A

APPL-NO: JP09275056

APPL-DATE: September 22, 1997

INT-CL (IPC): H02K001/27;H02K001/02 ;H02K015/03 ;H02K021/14
;H02K029/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an adaptive motor by widening the selection width of magnetic flux density and cost, in a permanent magnet motor.

SOLUTION: In an inner rotor type of permanent magnet motor, when embedding permanent magnets 11 and 12 which are singular for each pole in matching with the number of poles, so as to make a rotor core 10, the permanent magnets 11 of the same material (rare-earth magnet) are embedded in the magnetic poles of the

same polarity, and moreover the permanent magnets 12 of different material (ferrite magnet) are embedded singular for each pole in the magnetic poles of different polarities. The permanent magnets 11 and 12 are rectangular in cross section and are arranged as S poles along the periphery of the core, and holes (flux barriers) 13 and 14 are made at both ends of the permanent magnets 11 and 12.

COPYRIGHT: (C)1999, JPO